Lane Medical Library

Untersuchung über die Korrosionsfestigkeit und Farbbeständigkeit der Dentallegierung „Phöbusgold“ und seine Verwendbarkeit in der prothetischen Zahnheilkunde.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Vorgelegt von
Hans Heinrich Petersen
approb. Zahnarzt aus Kiel.

Kiel 1936

Buchdruckerei A. C. Ehlers, Kiel, Fleethörn 38.

Untersuchung über die Korrosionsfestigkeit und Farbbeständigkeit der Dentallegierung „Phöbusgold“ und seine Verwendbarkeit in der prothetischen Zahnheilkunde.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Vorgelegt von
Hans Heinrich Petersen
approb. Zahnarzt aus Kiel.

Kiel 1936

Buchdruckerei A. C. Ehlers, Kiel, Fleethörn 38.

Nr. 19.

Rektoratsjahr 1935-36.

Referent: Prof. Dr. Hentze.

Korreferent: Prof. Dr. Siegmund.

Zum Druck genehmigt: Löhr, Dekan.

In der zahnärztlichen Prothetik spielt von altersher das Gold die bedeutendste Rolle. Doch Notzeiten, wie die Kriegs- und Nachkriegsjahre, zwangen uns, einerseits wegen der eingetretenen Goldknappheit und andererseits wegen der abnehmenden Zahlungsfähigkeit der Patienten, nach einem Ersatz für Gold zu suchen. Heute ist es geradezu eine nationale Pflicht eines jeden Zahnarztes, sich mehr denn je eingehend mit der Frage der „Goldersatzmetalle" zu befassen, um durch Einschränken des Goldverbrauches an dem Aufbau der deutschen Wirtschaft mitzuarbeiten. Unter voller Berücksichtigung dieser wirtschaftlichen Notwendigkeit fordert aber die Rücksichtnahme auf die Volksgesundheit, daß jeglicher Gebrauch von Goldersatzmetallen, die Schädigungen irgendwelcher Art am Patienten verursachen können, nicht verwendet werden dürfen.

Metalle und ihre Legierungen werden schon durch schwache Säuren, Basen und Salzlösungen angegriffen und zum Teil gelöst, d. h. sie korrodieren. Zur Erklärung der Korrosionserscheinungen geht man davon aus, daß ein in einen Elektrolyten eingetauchtes Metall das Bestreben hat, Ionen in die Lösung zu senden. Man bezeichnet dieses Bestreben als elektrolytischen Lösungsdruck. Da die Metallionen positive Ladungen haben, wird die Lösung auch positiv geladen, während das Metall sich negativ auflädet. Es bildet sich zwischen Metall und Flüssigkeit eine Potentialdifferenz. Die Folge davon ist, daß sich durch die elektrostatische Anziehung eine elektrostatische Doppelschicht bildet, die es verhindert, daß weitere Ionen in die Lösung geschickt werden können. Dem elektrostatischen Lösungsdruck wirkt also die Doppelschicht entgegen, so daß bei Gleichheit der Größen ein Gleichgewichtszustand eintritt, bei dem kein Metall sich mehr auflösen würde. Bei schwachen Elektrolyten, z. B. Leitungswasser, erfolgt dieser Gleichgewichtszustand auch sehr bald.

Wenn nun aber ein Metall in einem Elektrolyten schon gleichartige Metallionen vorfindet, d. h. in die Lösung seiner Salze eintaucht, so ist der Vorgang anders. Man sagt, die Ionen üben einen Druck, den sogen. osmotischen Druck aus, und als Folge davon haben sie das Bestreben, aus der Lösung herauszugehen. Der osmotische Druck wirkt dem elektrolytischen Lösungsdruck entgegen. Ist nun der Lösungsdruck größer als der osmotische Druck, so tritt eine Auflösung des Metalls unter negativer Selbstladung ein. Die Lösung erhält also solange positive Ladung, bis ein Ausgleich zwischen Metall und Lösung eingetreten ist. Ist dagegen der osmo-

tische Druck größer als der Lösungsdruck, so kommt es zum Ausscheiden von Ionen aus der Lösung auf das Metall, wobei das Metall positive und die Lösung negative Ladung erhält. Sind aber Lösungsdruck und osmotischer Druck einander gleich, so entsteht ein Gleichgewichtszustand zwischen Metall und Lösung, und die obengenannten Vorgänge treten nicht ein.

Diese Vorgänge der Korrosion sind für die zahnärztliche Prothetik von großer Wichtigkeit, denn Dentallegierungen in Gestalt einer Krone, Brücke, Platte u. a. sind im Munde ständig dem „Elektrolyten Speichel" ausgesetzt und damit die Voraussetzungen für die Einleitung der oben ausgeführten Vorgänge gegeben. Wir sehen den Speichel als ein an Kohlensäure gesättigtes Alkali an, das außerdem noch z. B. Phosphate, Chloride und Sulfate enthält, der in seiner Zusammensetzung durch Aufnahme von Nahrungsmitteln und durch pathologische Prozesse in der Mundhöhle dauernden Veränderungen unterworfen ist. Außerdem verursacht die Spültätigkeit des Speichels, daß immer neue Elektrolytmengen die Legierungen überfluten und keinen Gleichgewichtszustand zwischen Lösungsdruck und osmotischem Druck zulassen. Ferner ist es allgemeine Auffassung, daß die elektrolytische Angreifbarkeit in hohem Maße von dem inneren Aufbau des Werkstoffes abhängig ist. Die Korrosionsbeständigkeit ist um so höher, je homogener die Legierung im metallographischen Sinne ist. Wo eine heterogene Legierung in der elektrisch leitenden Mundflüssigkeit verweilt, treten Potentialunterschiede auf. Die Elektrizität höheren Potentials fließt nach dem Orte niederen Potentials ab, und es kommt zur Störung des Gleichgewichts zwischen Lösung und Legierung. Die unedlere Komponente der Legierung wird angegriffen, es treten Lösungserscheinungen auf, deren Produkte z. T. durch die Spültätigkeit des Speichels in den Organismus gelangen, z. T. sich als Ueberzug auf der edleren Komponente niederschlagen.

Bevor ich nun zur näheren Untersuchung des Phöbusgoldes übergehe, möchte ich folgende Fragen erörtern:

Welche Erfahrungen sind mit anderen Dentallegierungen gemacht, und welche Folgerungen ergeben sich daraus?

Man glaubte noch vor wenigen Jahrzehnten, daß Legierungen, die sich auf anderen Gebieten der Technik bewährten, auch ohne weiteres in der zahnärztlichen Prothetik gebraucht werden könnten. So wurden eine Reihe von Messing-, Aluminium- und Neusilberlegierungen wie Randolf, Chrysit, Edelbronze, Wiegold, Goldin, Platinin u. a. im Munde zu Kronen- und Brückenarbeiten verwendet, ohne daß man dabei berücksichtigte, daß diese Metalle korrodierenden Einflüssen ausgesetzt sind. Damit unterschätzte man die chemisch-physiologischen Vorgänge in der Mundhöhle. Die Folgen wurden bald erkannt, und ein Blick in unsere Fachliteratur gibt uns ein Bild davon, welche unglaublichen Schädigungen solche Korrosionsvorgänge hervorrufen. Schädigungen lokaler und allgemeiner Art, die diese Metallintoxikationen verursachen, sind Gingivitis, Stomatitis, Appetitlosigkeit, Uebelkeit, allgemeine Schwäche. Die mangelnde Widerstandsfähigkeit ge-

gen elektrochemische Einflüsse war der Anlaß dazu, nach anderen Ersatzmetallen zu suchen. Legierungen auf der Silberbasis, mit Zusatz von Zink, Zinn und Platin aufgebaut, stellten zwar einen erheblichen Fortschritt dar, insofern, als diese verhältnismäßig korrosionsfest waren, jedoch eine geringe Farbbeständigkeit zeigten. Der im Munde stets vorhandene Schwefelwasserstoff ruft die häßliche und schwer zu entfernende Verfärbung durch Bildung von Schwefelsilber hervor. Einen wesentlich größeren Fortschritt bietet wohl der Krupp'sche V2A-Stahl, dessen Widerstandsfähigkeit auf der „Passivität" hoch chromhaltiger Legierungen beruht. Doch bei der Verarbeitung zu Kronen, Brücken oder Platten geht die Passivität mehr oder weniger verloren, so daß auch dann Auflösungserscheinungen folgen. Da ferner das spezielle Verhalten dieser Legierung eine schwierige spezielle Arbeitsmethode verlangt, wird der nichtrostende Stahl wohl nicht den Weg in die Zahnheilkunde finden, den man ihm angekündigt hat.

Alle diese Legierungen zeigen eine mangelnde Resistenz, und man darf im Munde nur Legierungen verwerten, die eine vollkommene Resistenz zeigen. Bei den Goldlegierungen ist der resistente Bestandteil ja bekanntlich das Gold, das auch an sich nicht beständige Edel- und Unedelmetalle, soweit sie in ihm löslich sind, schützt. Für die Mundverhältnisse gilt ferner noch die Platingruppe als resistent, die auch bei geringen Zusätzen von Nickel, Kupfer, Silber, Zinn, Zink, Mangan u. a. die nötige Resistenz gewährleistet. Diese Tatsache wird uns noch verständlicher, wenn wir uns das periodische System betrachten, nach dem man wohl eine stufenweise Aenderung der Eigenschaften der Elemente wahrnehmen, aber auch Verwandtschaftsbeziehungen zwischen den Gliedern der Horizontalreihen und Vertikalreihen feststellen kann.

Mangan	Eisen	Kobalt	Nickel	Kupfer	Zink
54	56	59	59	64	65
?	Ruthenium 102	Rhodium 103	Palladium 107	Silber 108	Kadmium 112
?	Osmium 191	Iridium 193	Platin 195	Gold 197	Quecksilber 201

In diesem, von Guertler gemachtem Auszuge aus dem periodischen System, finden wir die Edelmetalle von den unedlen Metallen umgeben, die untereinander in hohem Grade löslich sind.

Zusammenfassend müssen wir also von den Legierungen, die im Munde verwendet werden, eine vollkommene Resistenz, Korrosionsfestigkeit, homogenen Aufbau und die Fähigkeit homogene Mischkristalle zu bilden, fordern. Außerdem müssen wir von den verwendbaren Legierungen noch Farbbeständigkeit, leichte Bearbeitung, Preiswürdigkeit und Kosmetik verlangen. Diesen Forderungen werden außer den Goldlegierungen nur noch die edelmetallhaltigen Legierungen hinreichend nahe gerecht.

Was nun die Phöbusgolde der Gold- und Silber-Scheideanstalt von

Dr. Th. Wieland, Pforzheim, anbetrifft, so handelt es sich hier nach meiner qualitativen Analyse um eine Edelmetallegierung auf der Basis Gold — Palladium — Silber, das sich erst seit 1935 neu in die Reihe der edelmetallhaltigen Dentallegierungen gestellt hat. Quantitativ kann ich die Zusammensetzung des Phöbusgoldes nicht ermitteln, da sich einer solchen Analyse derartige Schwierigkeiten entgegenstellen, so daß selbst nur sehr geübte Chemiker ein brauchbares Ergebnis liefern könnten.

Sinn des praktischen Teiles dieser Arbeit wird es nun sein, die bei den vorzunehmenden Korrosionsversuchen ermittelten Größen des Phöbusgoldes im Vergleich mit einer 18kar. Goldlegierung, ein Maß für die Verwendungsmöglichkeit dieses Metalles in der zahnärztlichen Prothetik zu gewinnen. Für die Beurteilung der Verwendungsmöglichkeit eines Metalles hinsichtlich der oben geforderten Bedingungen, halte ich den Laboratoriumsversuch für erforderlich und habe ihn deshalb auch mit dem Phöbusgold durchgeführt.

Es wurden Versuchsplatten hergestellt, die Oberfläche dieser Platten bestimmt, ihr Gewicht möglichst genau festgestellt und dann 30 Tage verschiedenen Elektrolyten im Brutschrank ausgesetzt. Mit Beendigung der Versuche wurden die Versuchsplatten wieder genau gewogen und die Gewichtsabnahme während der Zeit der Versuche auf die dem Elektrolyten ausgesetzte Oberfläche bezogen. Das errechnete Ergebnis gibt das Maß für die Brauchbarkeit des Metalles.

Das Phöbusgold wird in drei verschiedenen Arten geliefert, die nach Angabe der Scheideanstalt folgende mechanische Daten haben sollen:

Phöbuskronengold:

Schmelzpunkt ° Celsius	Dehnung %	Tiefung mm	Zerreißfestigkeit kg mm²	spezif. Gewicht
1130	32	9,8	31,3	11,3
		Phöbusplattengold:		
1060	w. 32 v. 23	9,5	w. 47,4 v. 60,5	11,15
		Phöbusspezialgußgold:		
1010	w. 18 v. 12	—	w. 73,6 v. 98,0	11,7

Ferner werden noch 2 Phöbuslote geliefert, und zwar Phöbuslot M, mittelfließend, mit dem Schmelzpunkt von 770 bis 810° C, und zum Nachlöten das leichtfließende Phöbuslot W mit dem Schmelzpunkte von 680 bis 720° C.

Ergänzend wurde noch das Phöbuskronengold auf seine „Ritzhärte" geprüft. Die Bestimmung der Ritzhärte (ein Diamant ritzt das Metall unter einem bestimmten Druck bei einer bestimmten Geschwindigkeit) ergab einen Durchschnittswert von 0,021 sowohl für das unverarbeitete wie verarbeitete Phöbusgold.

Die Werkstücke von Phöbuskronen-, Phöbusplatten-, Phöbusgußgold und Phöbuslot M wurden geglüht bezw. geschmolzen und wieder auf Hochglanz poliert, also einer Behandlung unterzogen, als ob sie im Munde verwendet werden sollten. Darauf wurden sie in Alkohol entfettet und gesäubert, in den elektrischen Trockenschrank gebracht und sofort in einen Exsiccator gelegt, in dem sich Calc. chlorat. sicc. befand. Die Probestücke wurden während dieser Arbeit, um die Oberfläche nicht zu zerschrammen und um sie nicht dem Kontakt anderer Metalle auszusetzen, mit einer Knochenpinzette gefaßt. Unmittelbar aus dem Exsiccator genommen, wurde das Gewicht der Stücke mit einer Dämpfungswaage auf die vierte Dezimale festgestellt und sofort folgenden Elektrolyten, die allgemein zu derartigen Korrosionsversuchen benutzt werden, ausgesetzt:

1. 1 % Milchsäurelösung,
2. Gemisch, bestehend aus 1 % Milchsäure und 0,25 % Kochsalz,
3. 1 % Natriumsulfidlösung,
4. Künstlicher Speichel:
   Kaliumchlorid 0.24,
   Natriumphosphat 0.20,
   Kochsalz 0.15,
   Kalziumchlorid 0.15,
   in 50 ccm aqua dest. gelöst, die Lösung mit Kohlensäure gesättigt, mit 50 ccm aqua dest. verdünnt und mit 25 ccm Natriumsulfatlösung versetzt.
5. Natürlicher Speichel, der täglich erneuert wurde.

Die einzelnen Phöbusgolde wurden allein in die angegebenen 5 Elektrolyten gelegt und im Brutschrank einer Temperatur von 37° C während der Dauer von 30 Tagen ausgesetzt. Des Vegleiches wegen und um ein besseres Maß für die Korrosion zu bekommen, wurden auch 18kar. Goldversuchsplatten in derselben Weise behandelt und ebenfalls den 5 Elektrolyten ausgesetzt.

Alle Tage fand eine Beobachtung der Objekte hinsichtlich der Verfärbung und der Elektrolyten bezüglich des Aussehens statt.

Nach Ablauf der 30 Versuchstage wurden die Probestückchen den Elektrolyten entnommen, mit aqua dest. abgespült, in Alkohol geschwenkt, wieder in den Trockenschrank und Exsiccator gelegt und das Gewicht wieder auf die vierte Dezimale bestimmt, um so den Gewichtsverlust zahlenmäßig zu ermitteln. Da die Größe der Korrosion abhängig ist von der Größe der eingetauchten Oberfläche, wurde der ermittelte Gewichtsverlust (in g) umgerechnet auf den Tagesdurchschnitt für 1 cm^2 Oberfläche. Damit ergeben sich Bilder wie sie in den Tabellen 1—5 wiedergegeben sind.

Tabelle 1. Probekörper in 1 % Milchsäure.

	Oberfläche cm²	Anfangs-Gewicht g	Gewicht nach 30 Tag. g	Gewichts-verlust nach 30 Tagen g	Verlust in g auf 1 cm² pro die. g	Verfärbung [1])
Phöbus-Kronengold	3,95	0,5547	0,5546	0,0001	0,00003	M: völlig blank E: klar
„ Plattengold	2,42	0,3926	0,3922	0,0004	0,0002	„
„ Gußgold	2,15	0,3465	0,3460	0,0004	0,0002	„
„ Lot	0,83	0,1360	0,1358	0,0002	0,00024	„
18-kar. Gold	1,41	0,2982	0,2980	0,0002	0,00014	„

Tabelle 2.

Probekörper im Gemisch von 1 % Milchsäure und 0.25 % Kochsalz.

Phöbus-Kronengold	3,75	0,5270	0,5270	—	—	M: völlig blank E: klar
„ Plattengold	2,08	0,3373	0,3372	0,0001	0,000047	„
„ Gußgold	1,95	0,3147	0,3145	0,0002	0,0001	„
„ Lot	0,78	0,1277	0,1276	0,0001	0,00013	„
18-kar. Gold	0,91	0,1917	0,1914	0,0003	0,0003	„

Tabelle 3. Probekörper in Natriumsulfidlösung.

Phöbus-Kronengold	3,67	0,5193	0,5188	0,0005	0,00014	matt, M: grau-viol., E: klar
„ Plattengold	2,15	0,3474	0,3469	0,0005	0,00023	„
„ Gußgold	2,09	0,3382	0,3376	0,0006	0,00028	„
„ Lot	0,79	0,1287	0,1285	0,0002	0,00026	„
18-kar. Gold	1,10	0,2330	0,2326	0,0004	0,00036	M: gelbl.-bräunl. E: klar

Tabelle 4. Probekörper in künstlichem Speichel.

Phöbus-Kronengold	3,72	0,5233	0,5233	—	—	M: heller Belag E: klar
„ Plattengold	2,09	0,3390	0,3390	—	—	„
„ Gußgold	2,14	0,3454	0,3454	—	—	„
„ Lot	0,81	0,1331	0,1330	0,0001	0,0001	„
18-kar. Gold	1,12	0,2366	0,2364	0,0002	0,00017	„

Tabelle 5. Probekörper in natürlichem Speichel.

Phöbus-Kronengold	3,63	0,5095	0,5095	—	—	M: völlig klar
„ Plattengold	2,19	0,3558	0,3558	—	—	„
„ Gußgold	2,31	0,3728	0,3727	0,0001	0,00004	„
„ Lot	0,77	0,1261	0,1261	—	—	„
18-kar. Gold	1,09	0,2305	0,2305	—	—	„

[1]) M = Aussehen des Metalles
E = Aussehen des Elektrolyten
} nach 30tägiger Versuchsdauer.

Bei der Auswertung der Versuchsergebnisse wird weniger Wert gelegt auf die Feststellung der absoluten Größen, als vielmehr auf Ermittlung relativer Verhältnisse.

Das zur Untersuchung gelangte Phöbusgold läßt beim Betrachten der Tabellen 1—5 leicht erkennen, daß entweder eine Gewichtskonstanz besteht oder eine derartig geringe Gewichtsabnahme eingetreten ist, daß die Werte für die Korrosion kaum vorstellbar sind. Alle Korrosionswerte bewegen sich in Grenzen, nach denen man, praktisch gesehen, das Phöbusgold als korrosionsfest ansehen kann. Die Farbe blieb durchweg tadellos blank und unverändert bis auf die in Na_2S eingetauchten Probestückchen, die leicht grau-violett angelaufen waren. Die Parallelversuche mit dem 18kar. Goldstückchen zeigten fast das gleiche Ergebnis, wie die Versuche mit den Phöbusgolden. Die Korrosionswerte sind ebenfalls so gering, daß sie praktisch nicht beachtet werden brauchen, und die Farbe hat sich bis auf das in Na_2S eingetauchte Stück, das leicht gelb-bräunlich verfärbt aussah, nicht verändert.

Der günstige Verlauf der elektrolytischen Versuche wurde noch ergänzt durch Prüfung des Phöbusgoldes im Munde von Patienten. Diese Probe konnte sich allerdings nur auf die Farbbeständigkeit beschränken.

Fall 1: Patientin C. H. $\overline{6}$ Krone aus Phöbus-Kronengold mit gegossenem Deckel aus Phöbus-Gußgold und mit Phöbuslot gelötet. Auf Hochglanz poliert. Krone war der natürlichen und künstlichen Reinigung gut zugänglich. Im Munde noch Goldinlays. Mundpflege sehr gut.

Fall 2: Patient P. O. $\underline{5}$ Krone aus Phöbuskronengold mit gegossenem Deckel aus Phöbusgußgold, gelötet mit Goldlot. Hochglanzpolitur. Einige Amalgamfüllungen vorhanden. Mundpflege gut. Starker Raucher.

Beide Kronen, deren Farbe matt-weiß ist und nicht unschön wirkt, zeigten nach 30tägiger Beobachtung keinerlei Verfärbung. Ueber Metallgeschmack ist von keinem Patienten geklagt worden.

Die Verarbeitung des Phöbusgoldes entspricht der der üblichen Goldlegierungen, und ist somit von jedem Praktiker in gewohnter Weise zu verarbeiten. Das zum Löten benutzte Phöbus-Lot kugelt nicht und fließt breit in die Lotflächen hinein. Die Farbe entspricht dem Werkstück, und die Lötstellen lassen sich nach der Politur nur schwer erkennen. Gußobjekte gleichen dem Wachsmodell und zeigen scharf ausgeprägte Konturen. Also: Die Phöbusgolde lassen sich leicht und gut verarbeiten und zeigen eine hohe Polierfähigkeit. Zu beachten ist aber bei der Verarbeitung, daß die Lotmenge auf ein Mindestmaß beschränkt wird, denn Lötstellen geben immer ein kurzgeschlossenes galvanisches Element im Speichel, da an diesen Stellen Teile mit verschiedenartigem inneren Aufbau zusammenstoßen und ferner, daß beim Gießen die Oxydation vermieden wird und die fertiggestellten Arbeiten sorgfältig gebeizt (nur mit H_2SO_4), abgeschliffen und poliert werden.

Die Ergebnisse meiner 30tägigen Untersuchungen über Phöbusgold fasse ich folgendermaßen zusammen:

1. In bezug auf Korrosionsfestigkeit und Farbbeständigkeit kann man das Phöbusgold als einwandfrei bezeichnen.
2. Die Verarbeitung der Phöbusgolde zeigt keine Schwierigkeiten.
3. Einerseits der verhältnismäßig niedrige Preis und andererseits die Materialersparnis durch das geringe spezifische Gewicht bietet eine finanzielle Entlastung des Patienten.
4. Wegen der weißen Farbe ist das Phöbusgold im Munde wenig auffällig.

Aus den genannten Gründen kann die Edelmetallegierung „Phöbusgold" für die Verwendung in der prothetischen Zahnheilkunde empfohlen werden.

Zum Schluß ist es mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. med. H e n t z e meinen aufrichtigen Dank für die Ueberlassung des Themas und die freundliche Unterstützung auszusprechen.

Ebenso danke ich Herrn Dr. M e e w e s, Assistent am bakteriologischen Institut in Kiel, für die Nachkontrolle der Versuchsergebnisse, Herrn Dr. B o d e, Assistent am chemischen Institut der Universität Kiel für die Mithilfe in der Bestimmung der qualitativen Analyse des Versuchsmaterials, und endlich Herrn Dr. Th. W i e l a n d, Pforzheim, für das wohlwollende Entgegenkommen bei der Ueberlassung des Phöbusgoldes.

Literatur.

Auerbach: Stomatits durch Randolf-Brücke. Z.R. 1933, Nr. 44.

Beines, J.: Ueber die Entwicklung der Werkstoffe in der zahnärztlichen Prothetik. Diss. Heidelberg 1934.

Diels: Anorganische Chemie.

Fenchel: Metallkunde für Zahnärzte. Hamburg 1911.

Gross: Bleivergiftung durch Tragen einer Zahnbrücke aus Ersatzgold. Z.R. 1922, Heft 3.

Grünfeld: Bleivergiftung durch Tragen einer Zahnbrücke aus Ersatzgold. Z.R. 1932, Heft 9.

Pessl: Die Verfärbung einer Goldkrone durch elektrische Ströme im Munde. Z.R. 1925.

Schoenbeck: Kurzer Leitfaden der zahnärztlichen Metallkunde. Berlin 1931.

Schoenbeck: Einiges über Gold-, Silber- und Goldersatzlegierungen. Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde. 1924. Heft 1.

Schroedter: Untersuchungen über das Wego-Metall, unter besonderer Berücksichtigung seiner Korrosionsfestigkeit. Diss. Kiel 1935.

Sterner-Rainer: Edelmetallegierungen und Amalgame in der Zahnheilkunde. Berlin 1930.

Sterner-Rainer: Die Edelmetallegierungen im Dienst der Zahnheilkunde. Zeitschrift für Stomatologie. 1928. Heft 4.

Wannemacher: Ueber die Verwendungsmöglichkeiten einiger Metalle und Legierungen zur Herstellung von Zahnersatz unter besonderer Berücksichtigung ihrer Korrosion. Zahnärztliche Metalle. 1925. Heft 2-3.

Ziebe: Schädigungen durch elektrische Vorgänge im Mund bei metallenem Zahnersatz. Deutsche Med. Wochenschrift 1930, Nr. 51.

Lebenslauf.

Als Sohn des Volksschullehrers Jakob Petersen und seiner Ehefrau Paula, geb. Oesau, wurde ich, Hans Heinrich Petersen, am 22. April 1909 in Kiel geboren. Bis zur Versetzung nach der Oberprima besuchte ich anfangs das Reform-Realgymnasium und später die Hebbelschule in Kiel. Das Abitur bestand ich im Februar 1932 an der Kaiser-Karl-Schule (Oberrealschule) in Itzehoe. Anschließend widmete ich mich dem Studium der Zahnheilkunde in Kiel, wo ich, nach Ablegung der Ergänzungsprüfung im Lateinischen, das Physikum im Oktober 1933 bestand. Vom Wintersemester 1934/35 ab studierte ich in Hamburg und legte im November 1935 dort das zahnärztliche Staatsexamen ab.